

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-160496

(43)Date of publication of application : 10.06.2004

(51)Int.Cl.

B23K 9/09

(21)Application number : 2002-329587

(71)Applicant : DAIHEN CORP

(22)Date of filing : 13.11.2002

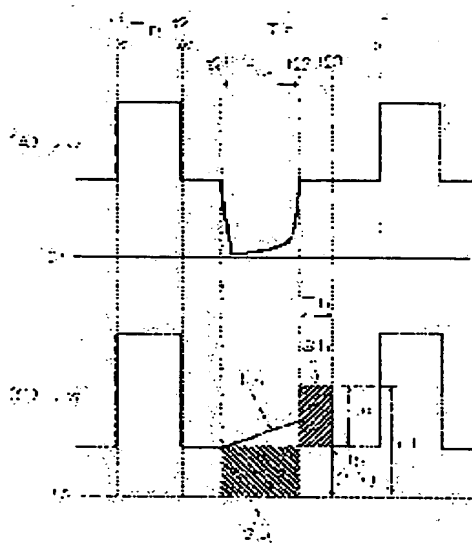
(72)Inventor : DO KOGUN

(54) WELDING CURRENT CONTROL METHOD OF PULSE ARC WELDING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a welding current control method of the consumable electrode type pulse arc welding for ensuring excellent welding quality by suppressing a fluctuation in arc length by compensating a fluctuation in wire melt quantity due to short circuit of a welding wire and a base material.

SOLUTION: In the welding current control method of the pulse arc welding, when short circuit occurs in a base period T_b , the short-circuit current I_s flows, and the base short-circuit integration value S_b is calculated by integrating the base current set value I_{br} in this short-circuit period T_s . When the short circuit is released at the time t_{22} , the melt-compensation current I_h with the current increment I_u added to the base current I_b flows for the predetermined compensation period T_h , and then, returns to the flow of the base current I_b . The current increment I_u is the value S_h of the base short-circuit integration value S_b multiplied by the predetermined amplification factor K , and divided by the compensation period T_h .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.10.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-160496

(P2004-160496A)

(43) 公開日 平成16年6月10日(2004.6.10)

(51) Int.Cl.⁷
B23K 9/09F1
B23K 9/09テーマコード (参考)
4E082

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2002-329587 (P2002-329587)	(71) 出願人	000000262
(22) 出願日	平成14年11月13日 (2002.11.13)		株式会社ダイヘン
			大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
		(72) 発明者	全 紅軍
			大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
			株式会社ダイヘン内
		Fターム(参考)	4E082 AA04 BA02 BA04 DA01 EA11
			EB11 EC03 EC13 EE01 EE03
			EE04 EE07 EF15 JA01 JA03

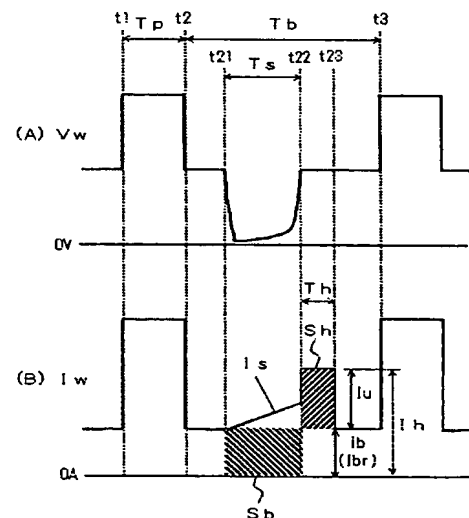
(54) 【発明の名称】 パルスアーク溶接の溶接電流制御方法

(57) 【要約】

【課題】 溶接ワイヤを母材に送給すると共に、ピーク期間 T_p 中のピーク電流 I_p 及びベース期間 T_b 中のベース電流 I_b を通電するパルスアーク溶接において、短絡の発生に伴って溶融量が変動してアーク長が変化する。

【解決手段】 本発明は、ベース期間 T_b 中に短絡が発生したときは短絡電流 I_s を通電すると共に、この短絡期間 T_s 中のベース電流の設定値 I_{br} を積分してベース短絡積分値 S_b を算出し、時刻 t_{22} に短絡が解除されたときは、ベース電流値 I_b に電流増加値 I_u を加算した溶融補償電流 I_h を予め定めた補償期間 T_h だけ通電し、その後はベース電流 I_b の通電に戻し、電流増加値 I_u はベース短絡積分値 S_b に予め定めた増幅率 K を乗じた値 S_h を上記補償期間 T_h で除算した値であるパルスアーク溶接の溶接電流制御方法である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶接ワイヤを母材に送給すると共に、ピーク期間中のピーク電流及びベース期間中のベース電流を通電するパルスアーク溶接の溶接電流制御方法において、前記ベース期間中に前記溶接ワイヤと前記母材との短絡が発生したときは予め定めた短絡積分値を算出し、前記短絡が解除されてアークが再発生したときは前記ベース電流値に電流増加値を加算した溶融補償電流を予め定めた補償期間だけ通電し、その後は前記ベース電流の通電に戻し、前記電流増加値は前記ベース短絡積分値に予め定めた増幅率を乗じた方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の溶融補償電流の通電を、再アークの発生から予め定めた遅延時間が経過した後から開始することを特徴とするパルスアーク溶接の溶接電流制御方法。

【請求項 3】

溶接ワイヤを母材に送給すると共に、ピーク期間中のピーク電流及びベース期間中のベース電流を通電するパルスアーク溶接の溶接電流制御方法において、前記ピーク期間中に前記溶接ワイヤと前記母材との短絡が発生したときは予め定めた短絡積分値を算出し、前記短絡が解除されてアークが再発生し前記ピーク期間が終了したときは前期ベース電流値に予め定めた電流増加値を加算した溶融補償電流を補償期間だけ通電し、その後は前記ベース電流の通電に戻し、前記補償期間は前記ピーク短絡積分値に予め定めた増幅率を乗じた値を前記電流増加値で除算した値であることを特徴とするパルスアーク溶接の溶接電流制御方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、消耗電極式パルスアーク溶接の溶接電流制御方法に関し、特に、溶接ワイヤと母材との短絡に伴うワイヤ溶融量の変動を補償してアーク長の変動を抑制し、良好な溶接品質を確保するための溶接電流制御方法に関する。

【0002】

30

【従来の技術】

消耗電極式アーク溶接において、溶接中のアーク長を適正值に維持することは良好な溶接品質を得るために重要である。アーク長は、ワイヤ送給速度 W_s [mm/s] (以下、送給速度という) とワイヤ溶融速度 M_s [mm/s] (以下、溶融速度という) との差により、 $W_s > M_s$ のときには短くなる方向に変化し、 $W_s < M_s$ のときには長くなる方向に変化する。したがって、送給速度 W_s が設定されると、アーク長は溶融速度 M_s によって定まることになる。この溶融速度 M_s は、下式で定まることが知られている。

$$M_s = \alpha \cdot I_{aa} + \beta \cdot L \cdot I_{wa} \cdot I_{wa} \dots (1) \text{式}$$

40

ここで、 I_{aa} [A] はアーク電流の平均値であり、 I_{wa} [A] はアーク電流及び短絡電流を含む溶接電流の平均値であり、 L [mm] はワイヤ突出し長さであり、 α はアーク熱のワイヤ溶融への寄与度を示す係数であり、 β は溶接電流によるジュール熱のワイヤ溶融への寄与度を示す係数である。

【0003】

したがって、消耗電極式アーク溶接では、アーク長を溶接電圧 V_w の平均値 V_{av} で検出し、この検出値が予め定めた電圧設定値 V_r と略等しくなるように溶接電流 I_w を制御し、この結果として上記 (1) 式に示すように溶融速度 M_s が変化してアーク長を制御する。アーク溶接の一つであるパルスアーク溶接においても、上述したことはそのまま当てはまる。以下、従来技術 1 (例えば、特許文献 1 参照) として、パルスアーク溶接の溶接電

50

流制御方法について説明する。

【0004】

図7は、パルスアーク溶接の電圧・電流波形図であり、同図(A)は溶接電圧 V_w の波形であり、同図(B)は溶接電流 I_w の波形である。以下、同図を参照して説明する。

【0005】

▲1▼ 時刻 $t_1 \sim t_2$ のピーク期間 T_p

ピーク期間 T_p 中は、同図(B)に示すように、溶接ワイヤをスプレー移行させるために臨界電流値以上に予め定めたピーク電流設定値 I_{pr} に相当するピーク電流 I_p を通電し、同図(A)に示すように、アーク長に対応したピーク電圧 V_p が印加する。このピーク期間 T_p 及びピーク電流 I_p の値は、溶接ワイヤの種類、シールドガスの種類等に応じていわゆる1パルス1溶滴移行の良好な溶滴移行状態となる適正值に設定される。

【0006】

▲2▼ 時刻 $t_2 \sim t_3$ のベース期間 T_b

ベース期間 T_b 中は、同図(B)に示すように、上記の臨界電流値未満の数十A程度のベース電流設定値 I_{br} に相当するベース電流 I_b を通電し、同図(A)に示すように、アーク長に対応したベース電圧 V_b が印加する。このベース期間 T_b は、溶接電圧 V_w の平均値が電圧設定値と略等しくなるようにフィードバック制御によって定まる。このようにしてベース期間 T_b を制御することによって、上述したように溶接電流 I_w の平均値(アーク電流の平均値を含む)を変化させて溶融速度 M_s を変化させ、アーク長を制御している。

【0007】

▲3▼ 時刻 $t_{21} \sim t_{22}$ の短絡期間 T_s

上記のベース期間 T_b 中に短絡が発生すると、同図(A)に示すように、溶接電圧 V_w は数V程度の短絡電圧値となり、同図(B)に示すように、短絡を早期に解除するためにベース電流 I_b よりも大きい値に予め定めた短絡電流 I_s を通電する。

【0008】

上記のピーク期間 T_p と上記のベース期間 T_b とから成るパルス周期 T_f を繰り返して溶接を行う。パルス周期 T_f 中に短絡が発生すると、短絡期間 T_s 中の溶接電圧は短絡電圧値に変化するために、溶接電圧の平均値は変化する。上述したように、溶接電圧の平均値をフィードバック制御してベース期間 T_b が決まるので、溶接電圧の平均値が変化するとベース期間 T_b が変化する。しかし、通常はフィードバック制御系の安定性を確保するために、溶接電圧の平均値を算出する時定数は数百ms(十数～数十パルス周期)と大きな値に設定されている。このために、1回の短絡の発生による溶接電圧の平均値の変化は小さな値となるので、ベース期間 T_b の変化は小さい。したがって、パルス周期 T_f の変化も小さい。

【0009】

時刻 $t_1 \sim t_3$ のパルス周期 T_f 中の溶融量 M_{s1} [mm]は、上記(1)式に基づいて下式によって算出することができる。

$$M_{s1} = (\alpha \cdot I_{aa1} + \beta \cdot L \cdot I_{wa1} \cdot I_{wa1}) \cdot T_f \quad \cdots (2) \text{式}$$

但し、アーク電流平均値 I_{aa1} 及び溶接電流平均値 I_{wa1} はパルス周期 T_f 中の平均値である。

【0010】

ここで、パルス周期 T_f 中に短絡が発生しなかった場合を想定すると、短絡期間 T_s 中はベース電流設定値 I_{br} に相当するベース電流 I_b が通電する。このときのアーク電流平均値を I_{aa2} とし、溶接電流平均値を I_{wa2} とし、上述したように短絡の有無によってもパルス周期 T_f は略等しいとすると、溶融量 M_{s2} は下式で算出することができる。

$$M_{s2} = (\alpha \cdot I_{aa2} + \beta \cdot L \cdot I_{wa2} \cdot I_{wa2}) \cdot T_f \quad \cdots (3) \text{式}$$

【0011】

短絡が発生しなかった想定のとときに、アーク長は適正值に維持されていたとすると、パルス周期 T_f 中の送給量 W_{s2} [mm] = M_{s2} が成立する。したがって、短絡発生時の溶

融量 $M_{s1} = M_{s2}$ となれば短絡が発生してもアーク長は変動せず適正值に維持することができることになる。ここで、溶融量変動値 $\Delta M_s = M_{s1} - M_{s2}$ とする。また、短絡電流 I_s とベース電流 I_b との差は小さいために、短絡有無による溶接電流平均値 $I_{wa1} = I_{wa2}$ とみなすことができるので、溶融量変動値 ΔM_s は上記 (2) 式から上記 (3) 式を減算して下式となる。

$$\Delta M_s = \alpha \cdot T_f \cdot (I_{aa1} - I_{aa2})$$

【0012】

ここで、

$$I_{aa1} = (T_p \cdot I_p + (T_b - T_s) \cdot I_b) / T_f$$

$$I_{aa2} = (T_p \cdot I_p + T_b \cdot I_b) / T_f$$

であるので、上式に代入すると下式となる。

$$\Delta M_s = -1 \cdot \alpha \cdot T_s \cdot I_b = -1 \cdot \alpha \cdot S_b \quad \dots (4) \text{ 式}$$

但し、ベース短絡積分値 $S_b = T_s \cdot I_b$ である。したがって、短絡が発生すると、パルス周期 T_f 中の溶融量が ΔM_s 変動してアーク長は ΔM_s [mm] 短くなる。

【0013】

図8は、ピーク期間 T_p 中に短絡が発生したときの上記の図7と同様の電圧・電流波形図である。時刻 $t_{11} \sim t_{12}$ の短絡期間 T_s 中、同図 (B) に示すように、短絡電流 I_s が通電する。この場合の溶融量変動値 ΔM_s は上記 (4) 式と同様にして算出されて下式となる。

$$\Delta M_s = -1 \cdot \alpha \cdot T_s \cdot I_p = -1 \cdot \alpha \cdot S_p \quad \dots (5) \text{ 式}$$

但し、ピーク短絡積分値 $S_p = T_s \cdot I_p$ である。したがって、短絡が発生すると、パルス周期 T_f 中の溶融量が ΔM_s 変動してアーク長は ΔM_s [mm] 短くなる。

【0014】

次に、従来技術2では、パルスアーク溶接の場合ではないが炭酸ガスアーク溶接において、溶接ワイヤと母材との短絡が解除されてアークが再発生したタイミングで溶接電流を増大させて、比較的高レベルの電流値に保持し、続いて溶接ワイヤと母材とが短絡するまで溶接電流を比較的低レベルの電流値に保持する溶接電流制御方法が開示されている（例えば、特許文献2参照）。

【0015】

従来技術2では、上記の高レベルの溶接電流（アーク電流）の通電によって溶接ワイヤを溶融して、1回の短絡移行に伴う溶滴を形成する。これに続く低レベルの溶接電流（アーク電流）の通電はアーク力を弱めて短絡に導くためであり、溶接ワイヤの溶融にはほとんど寄与しない（寄与しないような値に設定される）。したがって、高レベルの溶接電流の通電期間は、直前の短絡期間の長さとは関係なく1回の溶滴移行量によって決定される。すなわち、送給速度が決まればそれに対応する1回の溶滴移行量（溶融量）が決まるので、高レベルの溶接電流値及び通電期間が定まる。

【0016】

【特許文献1】

特許第2819607号公報

【特許文献2】

特公平4-4074号公報

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来技術1では、短絡が発生すると上記 (4) 式及び (5) 式に示すように ΔM_s だけ溶融量が変動してアーク長が ΔM_s [mm] だけ短くなる方向に変動する。アーク長が変動して適正值から外れると、スパッタの発生量の増加、ビード外観の悪化、数十msを超える長期短絡の発生等によるアーク切れの発生等によって溶接品質が悪くなる。この問題は、適正アーク長がもともと短い高速溶接時に顕著である。また、溶接ワイヤの材質がアルミニウム、アルミニウム合金等のようにワイヤ抵抗値が低い材質の場合には、アーク熱による溶融への寄与度が高いために、同じ短絡期間に対する溶融量変動値

10

20

30

40

50

$\Delta M s$ が大きくなりアーク長の変動幅も大きくなるので、上記の問題点が顕著となる。

【0018】

従来技術2では、短絡解除後に高レベルの溶接電流を通電するが、上述したように、この通電は短絡期間の長さに関係なく通電され、さらにこの通電によって1回の溶滴移行量の溶融を行う。しかし、パルスアーク溶接では、図7で上述したように、パルス周期 T_f の全期間で1回の溶滴移行量を溶融する。したがって、従来技術2の溶接電流制御方法によっては、上記の従来技術1の問題を解決することはできない。

【0019】

そこで、本発明では、パルスアーク溶接中に短絡が発生してもそれに起因するアーク長の変動を抑制することができるパルスアーク溶接の溶接電流制御方法を提供する。

10

【0020】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、溶接ワイヤを母材に送給すると共に、ピーク期間中のピーク電流及びベース期間中のベース電流を通電するパルスアーク溶接の溶接電流制御方法において、前記ベース期間中に前記溶接ワイヤと前記母材との短絡が発生したときは予め定めた短絡電流を通電すると共に、この短絡期間中の前記ベース電流の設定値を積分してベース短絡積分値を算出し、前記短絡が解除されてアークが再発生したときは前記ベース電流値に電流増加値を加算した溶融補償電流を予め定めた補償期間だけ通電し、その後は前記ベース電流の通電に戻し、前記電流増加値は前記ベース短絡積分値に予め定めた増幅率を乗じた値を前記補償期間で除算した値であることを特徴とするパルスアーク溶接の溶接電流制御方法である。

20

【0021】

請求項2の発明は、請求項1記載の溶融補償電流の通電を、再アークの発生から予め定めた遅延時間が経過した後から開始することを特徴とするパルスアーク溶接の溶接電流制御方法である。

【0022】

請求項3の発明は、溶接ワイヤを母材に送給すると共に、ピーク期間中のピーク電流及びベース期間中のベース電流を通電するパルスアーク溶接の溶接電流制御方法において、前記ピーク期間中に前記溶接ワイヤと前記母材との短絡が発生したときは予め定めた短絡電流を通電すると共に、この短絡期間中の前記ピーク電流の設定値を積分してピーク短絡積分値を算出し、前記短絡が解除されてアークが再発生し前記ピーク期間が終了したときは前期ベース電流値に予め定めた電流増加値を加算した溶融補償電流を補償期間だけ通電し、その後は前記ベース電流の通電に戻し、前記補償期間は前記ピーク短絡積分値に予め定めた増幅率を乗じた値を前記電流増加値で除算した値であることを特徴とするパルスアーク溶接の溶接電流制御方法である。

30

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【実施の形態1】

図1は、本発明の実施の形態1における上述した図7に対応する電圧・電流波形図であり、同図(A)は溶接電圧 V_w の波形であり、同図(B)は溶接電流 I_w の波形である。以下、同図を参照して説明する。

40

【0024】

同図に示すように、ベース期間 T_b 中の時刻 t_{21} に短絡が発生したときは、短絡電流 I_s を通電すると共に、この短絡期間 T_s 中のベース電流の設定値 I_{br} を積分してベース短絡積分値 S_b を算出する。その後、短絡が時刻 t_{22} に解除されてアークが再発生したときは、ベース電流値 I_b に電流増加値 I_u を加算した溶融補償電流 I_h を予め定めた補償期間 T_h だけ通電し、その後の時刻 t_{23} からはベース電流 I_b の通電に戻す。上記の電流増加値 I_u は、上記のベース短絡積分値 S_b に予め定めた増幅率 K を乗じた補償積分値 S_h を上記の補償期間 T_h で除算した値として短絡解除ごとに算出する。

50

【0025】

上記(4)式に示すように、ベース期間 T_b 中に短絡が発生すると、溶融量変動値 $\Delta M_s = -1 \cdot \alpha \cdot T_s \cdot I_b = -1 \cdot \alpha \cdot S_b$ だけ溶融量変動する。そこで、短絡期間 T_s 中においてベース電流 I_b を設定するベース電流設定値 I_{br} を積分してベース短絡積分値 $S_b = \int I_{br} \cdot dt = T_s \cdot I_{br}$ を算出する。そして、短絡解除時点でこのベース短絡積分値 S_b に予め定めた増幅率 K を乗じて補償積分値 $S_h = K \cdot S_b$ を算出し、この補償積分値 S_h を予め定めた補償期間 T_h で除算して電流増加値 $I_u = S_h / T_h$ を算出し、この電流増加値 I_u をベース電流設定値 I_{br} に加算して溶融補償電流値 I_h を算出する。続いて、この溶融補償電流 I_h を補償期間 T_h の間だけ通電する。これによって、溶融量変動値 ΔM_s を短絡解除後に補償することになるので、アーク長は変動せず適正値を維持することができる。

10

【0026】

上記の増幅率 K を乗じる理由は、フィードバック制御の増幅率を調整して制御系の安定化を図るのと同様である。この増幅率 K は、溶接ワイヤの種類、シールドガスの種類等に応じて適正値に設定する。例えば、アルミニウムワイヤのときの値は $0.6 \sim 1.5$ 程度であり、鉄鋼ワイヤのときの値は $0.3 \sim 1.0$ 程度である。また、上記の補償期間 T_h は $0.2 \sim 2$ ms程度が適正範囲である。この値があまり短いと電流増加値 I_u が大きくなり過ぎる場合があり、逆にこの値があまり長いとベース期間中の補償が終了しない場合が生じ、どちらの場合もよくない。

【0027】

〔実施の形態2〕

20

図2は、本発明の実施の形態2における上述した図1に対応する電圧・電流波形図であり、同図(A)は溶接電圧 V_w の波形であり、同図(B)は溶接電流 I_w の波形である。以下、同図を参照して説明する。

【0028】

同図に示すように、溶融補償電流 I_h の通電を、時刻 t_{22} の再アークの発生から予め定めた遅延時間 T_d が経過した後の時刻 t_{23} から開始するパルスアーク溶接の溶接電流制御方法である。補償期間 T_h 及び溶融補償電流 I_h の値は実施の形態1と同様にして設定及び算出される。これによって、短絡に伴う溶融量の変動を補償することができ、アーク長の変動を抑制することができる。上記において、遅延時間 T_d を設ける理由は、短絡解除直後に大電流値になることもある溶融補償電流 I_h を通電すると、大粒のスパッタが発生する場合がときたまあるためである。この遅延時間 T_d の値は、 $0.1 \sim 2$ ms程度である。

30

【0029】

〔実施の形態3〕

図3は、本発明の実施の形態3における上述した図8に対応する電圧・電流波形図であり、同図(A)は溶接電圧 V_w の波形であり、同図(B)は溶接電流 I_w の波形である。以下、同図を参照して説明する。

【0030】

同図に示すように、ピーク期間 T_p 中に溶接ワイヤと母材との短絡が時刻 t_{11} に発生したときは、予め定めた短絡電流 I_s を通電すると共に、この短絡期間 T_s 中のピーク電流の設定値 I_{pr} を積分してピーク短絡積分値 S_p を算出する。短絡が時刻 t_{12} に解除されてアークが再発生し、時刻 t_{12} にピーク期間 T_p が終了したときは、ベース電流値 I_b に予め定めた電流増加値 I_u を加算した溶融補償電流 I_h を補償期間 T_h だけ通電し、その後の時刻 t_{21} はベース電流 I_b の通電に戻す。そして、上記の補償期間 T_h は、上記のピーク短絡積分値 S_p に予め定めた増幅率 K を乗じた補償積分値 S_h を上記の電流増加値 I_u で除算した値として短絡解除ごとに算出する。

40

【0031】

上記(5)式に示すように、ピーク期間 T_p 中に短絡が発生すると、溶融量変動値 $\Delta M_s = -1 \cdot \alpha \cdot T_s \cdot I_p = -1 \cdot \alpha \cdot S_p$ だけ溶融量変動する。そこで、短絡期間 T_s

50

中においてピーク電流 I_p を設定するピーク電流設定値 I_{pr} を積分してピーク短絡積分値 $S_p = \int I_{pr} \cdot dt = T_s \cdot I_{pr}$ を算出する。そして、短絡解除時点でこのピーク短絡積分値 S_p に予め定めた増幅率 K を乗じて補償積分値 $S_h = K \cdot S_p$ を算出し、この補償積分値 S_h を予め定めた電流増加値 I_u で除算して補償期間 $T_h = S_h / I_u$ を算出する。そして、短絡が解除されてアークが再発生してピーク期間 T_p が終了した後に、上記の電流増加値 I_u をベース電流設定値 I_{br} に加算した溶融補償電流 I_h を上記の補償期間 T_h の間だけ通電する。これによって、溶融量変動値 ΔM_s を短絡解除後に補償することになるので、アーク長は変動せず適正值を維持することができる。

【0032】

上記において、溶融補償電流 I_h を実施の形態1～2のときのように短絡解除の後に通電しないでピーク期間 T_p が終了した後に通電する理由は、以下のとおりである。すなわち、ピーク期間 T_p 中のピーク電流値 I_p は350～600Aと大きな値であるために、これに電流増加値 I_u を加算した溶融補償電流値 I_h は場合によっては1000Aを超える値となる。通常、このような大きな値は溶接電源装置の最大出力範囲外になるために、出力することができない。さらに、700Aを超える溶融補償電流 I_h を通電すると、溶滴及び溶融池の状態が不安定になることが多いために、溶接品質がかえって悪くなる。そして、ピーク期間 T_p は通常数ms程度であるので、短絡解除からピーク期間 T_p の終了までの時間（時刻 $t_{12} \sim t_2$ ）は数ms程度となり、結果的には短絡解除後に遅延時間を設ける実施の形態2とほぼ同様の動作となる。

【0033】

上記の増幅率 K は、上述した実施の形態1のときと同様にして適正值に設定される。また、上記の電流増加値 I_u は、溶融補償電流値 I_h がピーク電流値 I_p よりもあまり大きな値にならないように設定される。

【0034】

〔溶接電源装置〕

図4は、上述した実施の形態1～3を実施するための溶接電源装置のブロック図である。以下、同図を参照して各回路について説明する。

【0035】

電源主回路PMCは、商用電源（3相200V等）を入力として、後述する電流誤差増幅信号 E_i に従ってインバータ制御、サイリスタ位相制御等の出力制御によってアーク負荷に適した溶接電流 I_w 及び溶接電圧 V_w を出力する。溶接ワイヤ1は、ワイヤ送給装置の送給ロール5の回転によって溶接トーチ4を通過して送給されて、母材2との間でアーク3が発生する。

【0036】

電圧検出回路VDは、溶接電圧 V_w を検出して電圧検出信号 V_d を出力する。電圧平滑回路VAVは、上記の電圧検出信号 V_d を平滑して電圧平均値信号 V_{av} を出力する。電圧設定回路VRは、所望値の電圧設定信号 V_r を出力する。電圧誤差増幅回路EVは、上記の電圧設定信号 V_r と上記の電圧平均値信号 V_{av} との誤差を増幅して、電圧誤差増幅信号 E_v を出力する。V/F変換回路VFは、上記の電圧誤差増幅信号 E_v の値に応じて定まる周波数ごとに短時間Highレベルとなるパルス周期信号 T_{tf} を出力する。ピーク期間タイマ回路TTPは、上記のパルス周期信号 T_{tf} がHighレベルに変化した時点から予め定めたピーク期間 T_p だけHighレベルとなるピーク期間信号 T_{tp} を出力する。

【0037】

ピーク電流設定回路IPRは、所望値のピーク電流設定信号 I_{pr} を出力する。ベース電流設定回路IBRは、所望値のベース電流設定信号 I_{br} を出力する。切換回路SWは、上記のピーク期間信号 T_{tp} を入力として、Highレベル（ピーク期間）のときには上記のピーク電流設定信号 I_{pr} を電流切換設定信号 I_{sw} として出力し、Lowレベル（ベース期間）のときには上記のベース電流設定信号 I_{br} を電流切換設定信号 I_{sw} として出力する。

10

20

30

40

50

【0038】

短絡判別回路SDは、上記の電圧検出信号Vdの値によって短絡を判別し、短絡期間中はHighレベルとなりそれ以外の期間中はLowレベルとなる短絡判別信号Sdを出力する。短絡積分値算出回路SSは、上記の短絡判別信号SdがHighレベル（短絡）のときに上記の電流切換設定信号Iswの値を積分して、短絡積分値信号Ssを出力する。ここで、ベース期間中に短絡が発生したときは、上記のピーク期間信号TtpはLowレベル（ベース期間）となっているので電流切換設定信号Isw=Ibrとなる。この結果、上記の短絡積分値信号Ssの値は、上記の（4）式の積分を行っていることになるので、ベース短絡積分値Sbとなる。同様にして、ピーク期間中に短絡が発生したときの上記の短絡積分値信号Ssの値は、上記の（5）式の算出値であるピーク短絡積分値Spとなる。

10

【0039】

実施の形態2の補償回路MHは、上記のピーク期間信号TtpがLowレベル（ベース期間）のときに上記の短絡判別信号SdがHighレベル（短絡）となったときは、上記の短絡積分値信号Ss、予め定めたベース短絡時の補償期間Tbh及び予め定めた増幅率Kによって電流増加信号Iu= $Ss \cdot K / Tbh$ を算出して、上記の短絡判別信号SdがLowレベル（アーク）に変化した時点から予め定めた遅延時間Tdが経過した時点から上記の補償期間Tbhだけ上記の電流増加信号Iuを出力する。実施の形態1の補償回路MHでは、上記の遅延時間Td=0とすればよい。また、実施の形態3の補償回路MHは、上記のピーク期間信号TtpがHighレベル（ピーク期間）のときに上記の短絡判別信号SdがHighレベル（短絡）となったときは、上記の短絡積分値信号Ss、予め定めたピーク短絡時の電流増加値Ipu及び予め定めた増幅率Kによって補償期間Th= $Ss \cdot K / Ipu$ を算出して、上記のピーク期間信号TtpがLowレベル（ベース期間）に変化した時点から上記の補償期間Thだけ電流増加信号Iu=Ipuを出力する。

20

【0040】

加算回路ADは、上記の電流切換設定信号Iswと上記の電流増加信号Iuとを加算して、電流制御設定信号Ircを出力する。電流検出回路IDは、溶接電流Iwを検出して電流検出信号Idを出力する。電流誤差増幅回路EIは、上記の電流制御設定信号Ircと上記の電流検出信号Idとの誤差を増幅して、電流誤差増幅信号Eiを出力する。

【0041】

ところで、一般的に、パルスアーク溶接には交流パルスアーク溶接も含まれる。図5は、交流パルスアーク溶接に上述した実施の形態1を適用したときの電流波形図である。交流パルスアーク溶接では、ベース期間Tbの一部の期間の電極極性を反転させて電極マイナス期間Tenとし、電極マイナス電流Ienを通電する。

30

【0042】

電極マイナス期間Ten中の時刻t21～t22の間、短絡が発生すると、短絡期間Ts中の電極マイナス電流Ienの設定値を積分して電極マイナス短絡積分値Seを算出する。時刻t22に短絡が解除されると、この電極マイナス短絡積分値Seに予め定めた増幅率Kを乗じて補償積分値Shを算出し、予め定めた補償期間Thによって電流増加値Iu= Sh / Th を算出する。そして、補償期間Thの間溶融補償電流Ih= $Ien + Iu$ を通電する。これによって、短絡に伴う溶融量の変動を補償することができるので、アーク長は変動せず適正值を維持することができる。上記のパルスアーク溶接の場合も、実施の形態1又は2に含まれている。

40

【0043】

〔効果〕

図6は、本発明の効果の一例を示すスパッタ発生量の比較図である。同図は、直径1.2mmのアルミニウム合金ワイヤを使用して、溶接電流平均値100A、溶接電圧平均値16VでMIGパルスアーク溶接を行い、本発明と従来技術とのスパッタ発生量を比較したものである。同図から明らかなように、従来技術では0.85g/minのスパッタが発生している。これに対して、本発明では、1/4以下の0.2g/minのスパッタ発生

50

量に大幅に削減されている。これは、1秒間に数回～数十回発生する短絡によってもアーク長がほとんど変動しないためである。

【0044】

【発明の効果】

請求項1又は3記載のパルスアーク溶接の溶接電流制御方法によれば、短絡の発生に伴う溶融量の変動を溶融補償電流を通電することによって補償することができるので、アーク長の変動が抑制されて良好な溶接品質を得ることができる。

【0045】

請求項2記載のパルスアーク溶接の溶接電流制御方法によれば、上記の効果に加えて、ベース期間中の短絡解除直後の溶融補償電流の通電開始を遅延させることによって、短絡解除直後のスパッタの発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る電圧・電流波形図である。

【図2】本発明の実施の形態2に係る電圧・電流波形図である。

【図3】本発明の実施の形態3に係る電圧・電流波形図である。

【図4】本発明を実施するための溶接電源装置のブロック図である。

【図5】実施の形態1を交流パルスアーク溶接に適用したときの電流波形図である。

【図6】本発明の効果の一例を示すスパッタ発生量の比較図である。

【図7】従来技術においてベース期間中に短絡が発生したときの電圧・電流波形図である。

【図8】従来技術においてピーク期間中に短絡が発生したときの電圧・電流波形図である。

【符号の説明】

1	溶接ワイヤ
2	母材
3	アーク
4	溶接トーチ
AD	加算回路
EI	電流誤差増幅回路
Ei	電流誤差増幅信号
EV	電圧誤差増幅回路
Ev	電圧誤差増幅信号
Iaa	アーク電流平均値
Ib	ベース電流
IBR	ベース電流設定回路
Ibr	ベース電流設定(値/信号)
ID	電流検出回路
Id	電流検出信号
Ien	電極マイナス電流
Ih	溶融補償電流
Ip	ピーク電流
IPR	ピーク電流設定回路
Ip r	ピーク電流設定(値/信号)
Ipu	ピーク短絡時の電流増加値
Irc	電流制御設定信号
Is	短絡電流
Is w	電流切換設定信号
Iu	電流増加(値/信号)
Iw	溶接電流
Iw a	溶接電流平均値

10

20

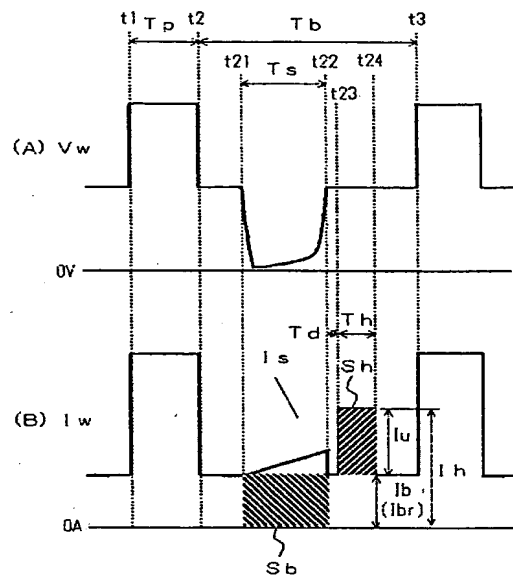
30

40

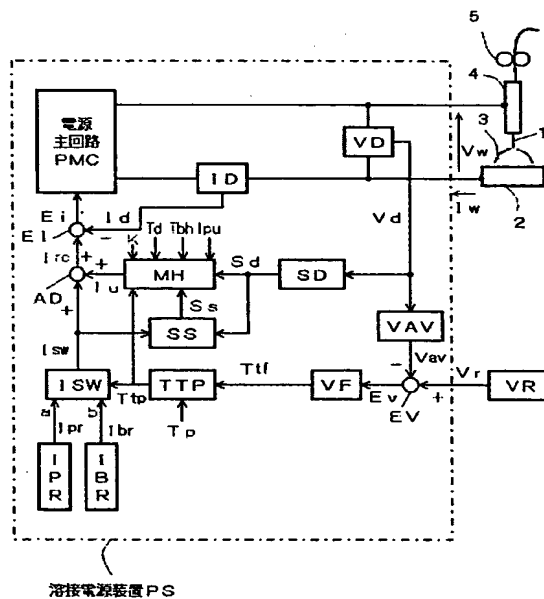
50

K	増幅率	
MH	補償回路	
M s	溶融速度	
P M C	電源主回路	
S b	ベース短絡積分値	
S D	短絡判別回路	
S d	短絡判別信号	
S e	電極マイナス短絡積分値	
S h	補償積分値	
S p	ピーク短絡積分値	10
S S	短絡積分値算出回路	
S s	短絡積分値信号	
S W	切換回路	
T b	ベース期間	
T b h	ベース短絡時の補償期間	
T d	遅延時間	
T e n	電極マイナス期間	
T f	パルス周期	
T h	補償期間	
T p	ピーク期間	20
T s	短絡期間	
T t f	パルス周期信号	
T T P	ピーク期間タイマ回路	
T t p	ピーク期間信号	
V A V	電圧平滑回路	
V a v	溶接電圧平均値／電圧平均値信号	
V b	ベース電圧	
V D	電圧検出回路	
V d	電圧検出信号	
V F	V／F変換回路	30
V p	ピーク電圧	
V R	電圧設定回路	
V r	電圧設定（値／信号）	
V w	溶接電圧	
W s	送給速度	
α	係数	
β	係数	
$\Delta M s$	溶融量変動値	

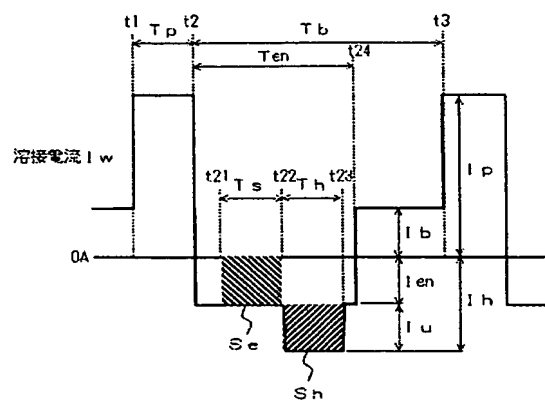
【 図 2 】



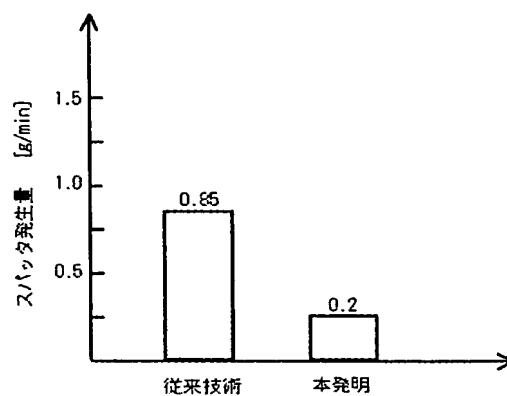
【図 4】



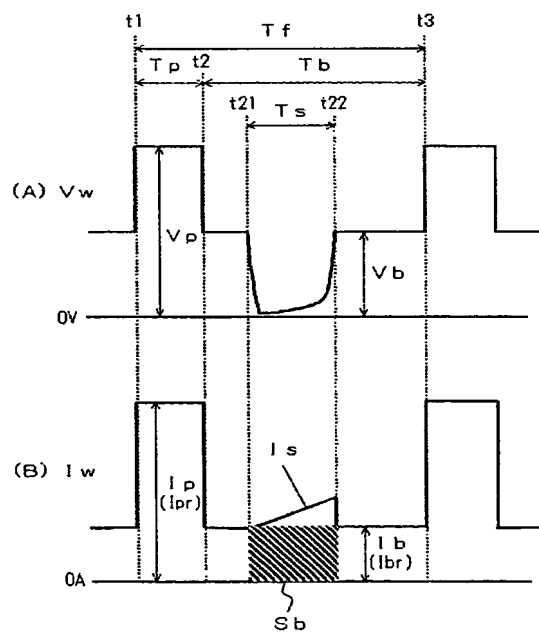
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

